



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 41 23 097 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 S 5/02**  
G 01 C 21/20

②1 Aktenzeichen: P 41 23 097.3  
②2 Anmeldetag: 9. 7. 91  
④3 Offenlegungstag: 16. 1. 92

DE 41 23 097 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
11.07.90 JP 2-186319

⑦1 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

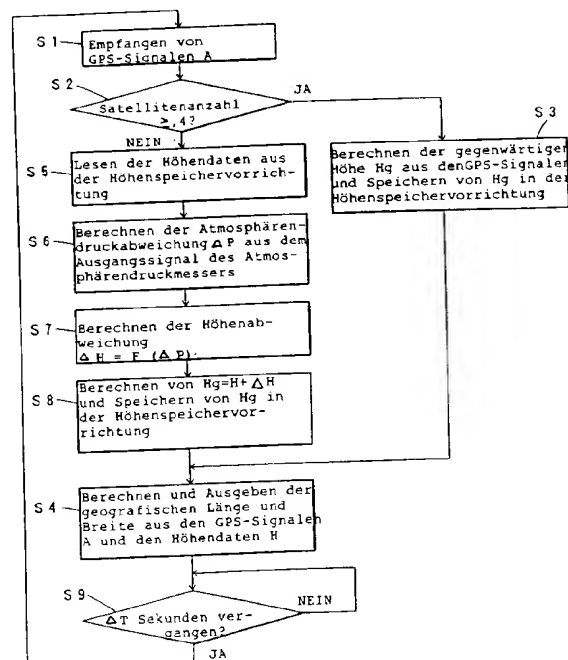
⑦4 Vertreter:  
Pfenning, J., Dipl.-Ing., 1000 Berlin; Meinig, K.,  
Dipl.-Phys.; Butenschön, A., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München; Bergmann, J.,  
Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 1000 Berlin; Nöth, H.,  
Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Hirata, Seiichiro, Sanda, Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Navigationssystem

⑤7 Ein von Satelliten ausgesandte GPS(globales Positionierungssystem)-Signale verwendendes Navigationssystem prüft zuerst, ob sich vier oder mehr Satelliten im Radioempfangsbereich eines bewegten Körpers befinden oder nicht. Ist dies der Fall, dann wird eine normale dreidimensionale Positionierungsoperation durchgeführt, um eine genaue Feststellung des bewegten Körpers zu erhalten. Wenn die Anzahl der Satelliten im Radioempfangsbereich drei oder weniger beträgt, wird eine zweidimensionale Positionierungsoperation durchgeführt, die besteht aus: Lesen der gespeicherten vorhergehenden Höhendaten; Berechnung der durch die Bewegung des Körpers bedingten Atmosphärendruckabweichung aus dem gemessenen Atmosphärendruck; Berechnen der Höhenabweichung aus den vorhergehenden Höhendaten und der Atmosphärendruckabweichung; Berechnung der gegenwärtigen Höhe aus der Höhenabweichung und den vorhergehenden Höhendaten; und Berechnen der zweidimensionalen Positionsdaten aus den GPS-Signalen und den gegenwärtigen Höhendaten. Dieses Verfahren vermeidet Fehler, die anderenfalls aufgrund von Höhenänderungen des bewegten Körpers auftreten würden, und liefert so genaue zweidimensionale Feststellungsdaten des Körpers.



DE 41 23 097 A 1

Die Erfindung betrifft ein Navigationssystem nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs.

Ein Navigationssystem oder weltumspannendes Positionierungssystem, das die Position eines sich bewegenden Fahrzeugs mittels Radiosignalen von Satelliten bestimmt, ist bereits in Betrieb. Dieses Positionierungssystem empfängt Radiosignale von einer Mehrzahl von Satelliten und berechnet die absolute Position eines bewegten Körpers überall auf der Erde mit einer Genauigkeit im Bereich bis zu 100 m. Um zweidimensionale Positionsdaten (geographische Länge und Breite) mit ausreichend hoher Genauigkeit zu erhalten, ist es erforderlich, zu jeder Zeit Radiosignale von vier oder mehr Satelliten zu empfangen. Wenn die Anzahl der Satelliten, die im Radioempfangsbereich des bewegten Körpers liegen, geringer als vier wird, kann die Höhe nicht bestimmt werden, was zu einer Erhöhung des Fehlers in den zweidimensionalen Positionsdaten führt. Daher wurde, wenn sich nur drei oder weniger Satelliten im Radioempfangsbereich befanden, die vorhergehenden Höhendaten zur Bildung der zweidimensionalen Positionsdaten verwendet. In diesem Fall tritt jedoch ein Fehler in diesen zweidimensionalen Positionsdaten auf, wenn der bewegte Körper seine Höhe verändert hat.

Somit ist festzustellen, daß es mit dem bekannten Positionierungssystem möglich ist, genaue Längen- und Breitendaten eines bewegten Körpers zur Verfügung zu stellen, wenn Radiosignale von vier Satelliten empfangen werden können. Ist die Anzahl der Satelliten im Radioempfangsbereich jedoch geringer als vier, sind Fehler in den zweidimensionalen Positionsdaten unausweichlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diesen Nachteil zu überwinden und ein weltumspannendes Positionierungssystem zu schaffen, das genaue zweidimensionale Positionsdaten selbst dann liefern kann, wenn die Anzahl der Satelliten im Radioempfangsbereich drei oder weniger beträgt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs angegebenen Merkmale.

Das Satelliten-Radiosignale verwendende Navigationssystem nach der Erfindung umfaßt: eine Empfangsvorrichtung zum Empfang von GPS (globales Positionierungssystem)-Signalen, die von Satelliten ausgehen; eine Entscheidungsvorrichtung, die entsprechend den empfangenen GPS-Signalen prüft, ob die Anzahl der Satelliten im Radioempfangsbereich des bewegten Fahrzeugs vier oder mehr beträgt; einen Atmosphärendruckmesser zum Messen des atmosphärischen Drucks am Ort des bewegten Körpers; eine Höhenabweichungs-Berechnungsvorrichtung, die anhand des Ausgangssignals des Atmosphärendruckmessers die als Ergebnis der Bewegung des Körpers erhaltene Abweichung des Atmosphärendrucks berechnet und aufgrund dieser Abweichung die Höhenabweichung des bewegten Körpers bestimmt; eine Höhenspeichervorrichtung zum Speichern der Höhendaten des bewegten Körpers; und eine Positionsrechnungsvorrichtung, die, wenn die Anzahl der Satelliten vier oder mehr beträgt, die zweidimensionalen Positionsdaten des bewegten Körpers aus den GPS-Signalen und den auf den GPS-Signalen basierenden Höhendaten berechnet, und die, wenn die Anzahl der Satelliten drei oder weniger beträgt, die vorhergehenden Höhendaten und die Höhenabweichung zur Berechnung neuer Höhendaten verwendet

und dann die zweidimensionalen Positionsdaten aus den neuen Höhendaten und den GPS-Signalen berechnet.

Gemäß der Erfindung berechnet das Navigationssystem oder weltumspannende Positionierungssystem, wenn vier oder mehr Satelliten sich im Radioempfangsbereich befinden, die zweidimensionalen Positionsdaten des bewegten Körpers aus den von den Satelliten empfangenen GPS-Signalen und den aus den GPS-Signalen erhaltenen Höhendaten. Wenn die Anzahl der Satelliten im Radioempfangsbereich drei oder weniger beträgt, berechnet das System die gegenwärtigen Höhendaten aus den vorhergehenden Höhendaten und der Höhenabweichung und dann die zweidimensionalen Positionsdaten des bewegten Körpers unter Verwendung der so erhaltenen gegenwärtigen Höhendaten und der GPS-Signale.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Blockschaltbild des Navigationssystems, und

**Fig. 2** ein Flußdiagramm über den Betriebsablauf im Navigationssystem.

Eine Antenne 1 empfängt von Satelliten ausgehende GPS-Signale; eine Empfangsvorrichtung 2 gibt die empfangenen GPS-Signale aus; eine Entscheidungsvorrichtung 3 prüft, ob die Anzahl der Satelliten im Radioempfangsbereich des bewegten Fahrzeugs vier oder mehr beträgt und erzeugt aufgrund dieser Entscheidung ein Steuersignal B; ein Atmosphärendruckmesser 4 mißt den Atmosphärendruck P am Ort des bewegten Körpers (an dem die Empfangsvorrichtung 2 befestigt ist); eine Höhenabweichungs-Berechnungsvorrichtung 6 berechnet eine Höhenabweichung  $\Delta H$  aus der Atmosphärendruckabweichung, die bei der Bewegung des Körpers auftritt; eine Höhenspeichervorrichtung 7 speichert die bereits bestimmten vorhergehenden Höhendaten H; und eine Positionsrechnungsvorrichtung 8 bildet entsprechend den GPS-Signalen A zweidimensionale Positionsdaten p, die die absolute Position des bewegten Körpers, d. h. die geographische Länge und Breite, definieren. Wenn das Steuersignal B anzeigt, daß die Anzahl N der Satelliten im Radioempfangsbereich vier oder mehr beträgt, berechnet die Positionsrechnungsvorrichtung 8 die zweidimensionalen Positionsdaten unter Verwendung nur der GPS-Signale A. Wenn die Anzahl N der Satelliten drei oder weniger beträgt, berechnet die Positionsrechnungsvorrichtung 8 die zweidimensionalen Daten unter Verwendung der GPS-Signale A, der Höhenabweichung  $\Delta H$  und der vorhergehenden Höhendaten H.

Die Entscheidungsvorrichtung 3, die Höhenabweichungs-Berechnungsvorrichtung 6, die Höhenspeichervorrichtung 7 und die Positionsrechnungsvorrichtung 8 können durch eine zentrale Prozessoreinheit (CPU) gebildet sein.

Als nächstes wird die Arbeitsweise des vorbeschriebenen Systems anhand des Flußdiagramms nach **Fig. 2** erläutert. Zuerst werden im Schritt S1 die in den Radiosignalen von den Satelliten enthaltenen GPS-Signale A über die Antenne 1 und die Empfangsvorrichtung 2 empfangen. Im Schritt S2 prüft die Entscheidungsvorrichtung 3 aufgrund der empfangenen GPS-Signale A, ob die Anzahl N der Satelliten vier oder mehr beträgt ( $N \geq 4$ ) und gibt das Steuersignal B an die Positionsrechnungsvorrichtung 8. Wenn die Anzahl N der Satelliten vier oder mehr beträgt, führt die Positionsrechnungsvorrichtung 8 eine normale dreidimensionale Po-

sitionierungsoperation nur auf der Grundlage der GPS-Signale A durch. Das heißt, sie berechnet im Schritt S3 die gegenwärtige Höhe  $H_g$  aus den GPS-Signalen H und speichert die berechneten Höhendaten H in der Höhenspeichervorrichtung 7, und im Schritt S4 berechnet sie aus den Höhendaten H und den GPS-Signalen A die zweidimensionalen Positionsdaten p, die aus der geographischen Breite und Länge bestehen, und gibt diese aus.

Wenn im Schritt S2 entschieden wird, daß die Anzahl N der Satelliten drei oder weniger beträgt ( $N \leq 3$ ), dann führt die Positionsberechnungsvorrichtung 8 in Abhängigkeit vom Steuersignal B, das die Satellitenanzahl anzeigt, die zweidimensionale Positionierungsoperation auf der Basis der GPS-Signale A durch. Das heißt, die Positionsberechnungsvorrichtung 8 liest im Schritt S5 die vorhergehenden Höhendaten H aus der Höhenspeichervorrichtung 7. Im Schritt S6 berechnet die Höhenabweichungs-Berechnungsvorrichtung 6 aus dem Ausgangssignal des Atmosphärendruckmessers 4 die Atmosphärendruckabweichung  $\Delta P$ , die bei der Bewegung des Körpers gebildet wird, und im Schritt S7 bestimmt die Vorrichtung 6 die Höhenabweichung  $\Delta H = F(\Delta P)$ . Im Schritt S8 wird die gegenwärtige Höhe  $H_g = H + \Delta H$  aus der Höhenabweichung  $\Delta H$  und den Höhendaten H berechnet, und der berechnete Wert wird als Höhendaten H in der Höhenspeichervorrichtung 7 gespeichert. Im Schritt S4 werden die GPS-Signale A und die Höhendaten H zur Berechnung und zur Ausgabe der zweidimensionalen Positionsdaten p verwendet. Im abschließenden Schritt S9 prüft die Positionsberechnungsvorrichtung 8, ob eine vorgegebene Zeitspanne  $\Delta T$  (Sekunden) vergangen ist. Wenn diese Zeitspanne  $\Delta T$  vorbei ist, kehrt der Ablauf zum Schritt S1 zurück, um die beschriebene Folge vom Schritt S1 zum Schritt S9 zu wiederholen.

Die Vorteile der Erfindung können wie folgt zusammengefaßt werden. Wenn die Anzahl der Satelliten im Radioempfangsbereich des bewegten Körpers drei oder weniger beträgt, werden die gegenwärtigen Höhendaten aus den vorhergehenden Höhendaten und der sich als Folge der Bewegung des Körpers ergebenden Höhenabweichung berechnet. Die gegenwärtigen Höhendaten und die GPS-Signale werden zur Berechnung der zweidimensionalen Positionsdaten des bewegten Körpers verwendet. Bei diesem Verfahren tritt kein Fehler auf, der anderenfalls aufgrund der Höhenänderungen des bewegten Körpers entstehen würde, und daher können genaue zweidimensionale Festdaten des bewegten Körpers erhalten werden.

#### Patentanspruch

Navigationssystem, das mit Hilfe von Satelliten-Radiosignalen arbeitet und eine Empfangsvorrichtung zum Empfang von von Satelliten ausgesandten GPS (globales Positionierungssystem)-Signalen sowie eine Entscheidungsvorrichtung, die anhand der empfangenen GPS-Signale prüft, ob die Anzahl der sich im Radioempfangsbereich eines bewegten Körpers befindenden Satelliten vier oder mehr beträgt, aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Atmosphärendruckmesser (4) zur Messung des Atmosphärendrucks am Ort des bewegten Körpers, eine Höhenabweichungs-Berechnungsvorrichtung (6) zur Berechnung der als Folge der Bewegung des Körpers entstandenen Atmosphärendruckabwei-

chung aus den Ausgangssignalen des Atmosphärendruckmessers (4) und zur Bestimmung der Höhenabweichung des bewegten Körpers aus der Atmosphärendruckabweichung, eine Höhenspeichervorrichtung (7) zum Speichern der Höhendaten des bewegten Körpers, und eine Positionsberechnungsvorrichtung (8), die zweidimensionale Positionsdaten des bewegten Körpers aus den GPS-Signalen und den auf diesen basierenden Höhendaten berechnet, wenn die Anzahl der Satelliten vier oder mehr beträgt, und die vorhergehende Höhendaten und die Höhenabweichung verwendet zur Berechnung neuer Höhendaten und dann zweidimensionale Positionsdaten aus den neuen Höhendaten und den GPS-Signalen berechnet, wenn die Anzahl der Satelliten drei oder weniger beträgt, vorgesehen sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

— Leerseite —

FIG. 1

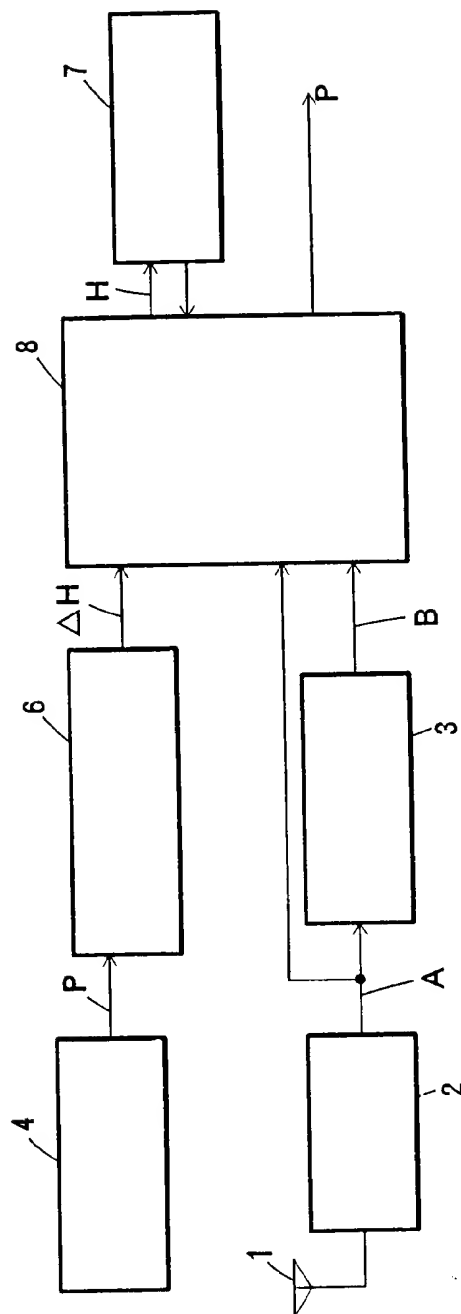


FIG. 2

